

## **JOI - Personal equipment to manipulate knobs without direct hands contact**

Joyce Fernandes Frutuôso<sup>1</sup>, Liryan Samira Silva Pereira<sup>1</sup>, Debora Verniz<sup>2</sup>,  
Thiago Bessa Pontes<sup>1</sup>, Deborah Macêdo dos Santos<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte, Brasil  
joycefrutuoso2014@gmail.com; liryansamira@gmail.com; thiago.bessa@ufca.edu.br;  
deborah.santos@ufca.edu.br

<sup>2</sup> University of Missouri, Columbia, United States  
vernizd@missouri.edu

**Abstract.** The contagious COVID-19 pandemic made it necessary to adopt strategies to avoid contamination. COVID-19 spreads when someone is in direct contact with small droplets and particles that contain the virus. These droplets and particles can be active on surfaces that are shared by many people, so hand sanitation became an important aspect to prevent virus contamination. However, products for hand sanitation may not be available easily everywhere. Moreover, the excessive use of products like hand sanitizers and hand soaps can cause dryness and dermatitis on certain users. This paper describes the rapid prototyping of JOI, a device for users to avoid touching doorknobs, door bolts, switchers, and call buttons. The device was 3D printed (more than 400 units) and distributed to an academic community, which then answered a usability survey. Results show that the device is efficient to avoid the direct contact of users and surfaces that may be contaminated.

**Keywords:** COVID-19, Digital Fabrication, 3D Print, Personal Protective Equipment, Good Health and Well-Being.

### **1 Introdução**

As infecções derivadas da influenza ou gripe são as maiores causadoras de doenças e mortes na população atualmente, as quais podem gerar patologias agudas do sistema respiratório promovida por vírus e com alta capacidade de transmissão (da Costa, 2016; Merchan-Hammann, 2016). Não muito distante, no início do século XX, o vírus influenza foi o causador de uma das maiores pandemias já ocorridas, a Gripe de 1918 (Pogan, 2021; Feitosa, 2021).

A Organização Mundial da Saúde (OMS), em 3 de dezembro de 2019, recebeu o alerta de casos de pneumonia em Wuhan, na China, e após uma semana as autoridades locais confirmaram a identificação de um novo coronavírus ao qual foi denominado como SARS-COV-2. A OMS, no dia 30 de janeiro de 2020, declarou o ocorrido como Emergência de Saúde Pública

de Importância Internacional (ESPII) e em 11 de março a COVID-19 foi elevada ao nível de pandemia (Opas, 2021).

No Brasil, o Ministério da Saúde foi notificado da primeira confirmação de caso do novo coronavírus no país em 26 de fevereiro de 2020 (Boletim Epidemiológico, 2020), em 17 de março ocorreu o primeiro óbito e três dias depois foi decretado transmissão comunitária em todo território nacional (Cavalcante et al., 2020). E em primeiro de janeiro de 2021, o Brasil ultrapassou a marca de 22 milhões de casos acumulados e 619 mil óbitos acumulados (Ministério da Saúde, 2022).

Apesar do ineditismo da doença, a forma de propagação deste vírus não se difere muito dos demais. O COVID-19 é disseminado por pequenas gotículas e partículas respiratórias contaminadas, oriundas de indivíduos portadores da doença, que contamina outras pessoas ao serem inaladas quando entrarem em contato com olhos, boca e nariz (Center for Diseases Control and Prevention - CDC, 2022).

Ainda vale destacar que, o vírus SAR-COV-2 pode ser identificado em superfície por um tempo que varia de horas a dias de acordo com o material do objeto (Marquês, 2021; Domingo, 2021), no qual pode causar contaminação de mãos, ou outras partes do corpo que podem ser direcionadas para olhos, boca ou nariz. Objetos como maçanetas, trincos, ferrolhos, botões de elevadores, interruptores e torneiras são de uso coletivo e essencial. Assim, com o retorno das atividades presenciais surge a preocupação com contaminação em superfícies compartilháveis.

Devido a fácil proliferação do Coronavírus, foi necessária a adoção de medidas para evitar a disseminação rápida da doença. Dentre os métodos de prevenção destacam-se, a higienização das mãos, a adoção de lenço ou braço ao tossir e espirrar, a ventilação de ambientes, o uso de máscaras, a não aglomeração e o não compartilhamento de objetos (Tribino et al., 2021). Além disso, com o intuito de minimizar a propagação do vírus, medidas de suspensão de aulas presenciais, cancelamentos de eventos e fechamento de fronteiras foram adotadas por governadores no Brasil (Antunes et al., 2020).

É certo que, com o retorno das atividades presenciais e a maior circulação de pessoas em salas e locais de trabalho, uma alternativa seria a higienização frequente das mãos. Porém, a frequente e repetida limpeza delas com água e sabonete é associada a problemas como ressecamento e a dermatite crônica de contato e o uso assíduo de soluções alcoólicas sem emolientes, umectantes, etc. podem causar ressecamento da pele (Alves et al., 2020).

A pandemia do COVID-19 gerou uma demanda repentina por equipamentos de proteção individual (EPI's) em todo um mundo, na qual a indústria não estava preparada para suprir de imediato, e diante desse fato uma poderosa ferramenta utilizada como alternativa foi a fabricação digital (Quintella, 2021; Florêncio, 2021).

Makers e designers fizeram parte de iniciativas no qual desenvolveram e produziram equipamentos com a finalidade de combater a pandemia, com o

auxílio de tecnologias como a impressão 3D e a cortadora a laser que permitem agilidade na produção e customização (Ferreira et al., 2020).

Assim, esse trabalho objetiva apresentar um acessório individual, produzido por meio da fabricação digital, denominado de JOI. O JOI tem como principais funções auxiliar o usuário a acionar interruptores e botões, para ligar e desligar torneiras, abrir e fechar portas e janelas sem a necessidade de tocar com as mãos nas maçanetas, ferrolhos, trancas ou qualquer outra parte do objeto acionado. Sendo assim, apenas o equipamento JOI terá contato com as superfícies que possam estar contaminadas, evitando o ressecamento e dermatite em virtude do excesso de uso de produtos de higienização das mãos. Apenas JOI precisaria ser higienizado com frequência.

## **2 Metodologia**

A fim de diminuir a disseminação do vírus por meio de superfícies potencialmente contaminadas, foi adotada uma metodologia de caráter experimental para estudos de ergonomia, contato e usabilidade.

Os procedimentos metodológicos adotados se dividem em cinco partes: 1- Investigação teórica e similares; 2- Estudo de superfícies potencialmente contaminadas no campo; 3 - Desenvolvimento de alternativas e testes com protótipos confeccionados por fabricação digital com auxílio de impressoras 3D; 4- Dispersão de protótipos com aplicação de questionário com utilizadores e; 5- Análise dos resultados.

Na primeira parte foram pesquisados projetos semelhantes em buscadores de patentes e repositórios de modelos 3D. Quanto às patentes registradas, não foi identificado nenhum produto que desempenhasse a mesma tarefa. Já nos repositórios colaborativos foram encontrados extensores de maçanetas e um acessório em específico que abria exclusivamente portas.

Na segunda parte foi feita uma pesquisa de campo no campus de uma universidade pública da região nordeste do Brasil a fim de estimar as alternativas possíveis para diminuir o contato das pessoas com os utensílios do dia-a-dia, com mais atenção nas maçanetas presentes no ambiente de estudo, salas de aula, laboratórios, janelas e ferrolhos.

Percebeu-se que devido ao grande número de portas da Universidade, e os diferentes modelos de maçanetas, a melhor alternativa era buscar por algo com o desenho universal, que em um único objeto fosse possível manusear diferentes superfícies. Também seria importante seguir um desenho mais simplificado para agilizar a produção.

Na terceira parte, foram feitos esboços criativos do objeto de manuseio sem contato. A partir disso, foi dado início à modelagem virtual dos protótipos, testando formatos, tamanhos e quais eram os elementos

necessários para manusear as diversas superfícies. Foram feitos vários testes de usabilidade a cada redesign e prototipagem por impressão 3D, até encontrar uma solução tecnicamente adequada.

Na quarta parte, para validar a usabilidade do objeto, foram impressas mais de 400 unidades do objeto e dispersos randomicamente no campus. Foi apresentado um pequeno vídeo com explicação dos diversos usos e solicitado que após um tempo de teste fosse preenchido um questionário anônimo.

O questionário foi desenvolvido com cinco perguntas objetivas com base na ISO 9241 (Tabela 1), que define cinco critérios para produtos com boa usabilidade. São eles: Eficácia, Eficiência, Engajamento, Tolerância ao erro e Facilidade de aprendizado. As respostas foram feitas com base na escala de Likert (Pontes, 2020), com relação à concordância de cinco pontos - dois negativos (discordo totalmente e discordo) e três positivos (nem concordo e nem discordo, concordo, concordo totalmente).

**Tabela 1.** Perguntas de usabilidade do produto

Número da pergunta	Elemento de avaliação	Pergunta
1	Aprendizagem (easy to learn)	Você conseguiu realizar as tarefas básicas do JOI, marcadas na questão anterior, de forma simples, ao primeiro contato com o acessório?
2	Eficiência (efficient)	Depois de entender como o JOI funciona e de ter testado algumas vezes, você consegue realizar as tarefas (abrir/fechar portas, acionar botões...) sem dificuldade?
3	Efetivo (effective)	Depois de um tempo sem utilizar o JOI, você consegue realizar as tarefas sem dificuldade?
4	Tolerância a erros (Error tolerant)	O produto é simples? Você fica satisfeito por usar o JOI e evitar tocar em superfícies potencialmente contaminadas?
5	Satisfação (Engaging)	O produto é simples? Você fica satisfeito por usar o JOI e evitar tocar em superfícies potencialmente contaminadas?

**Fonte:** Autores, 2022

### 3 Resultados

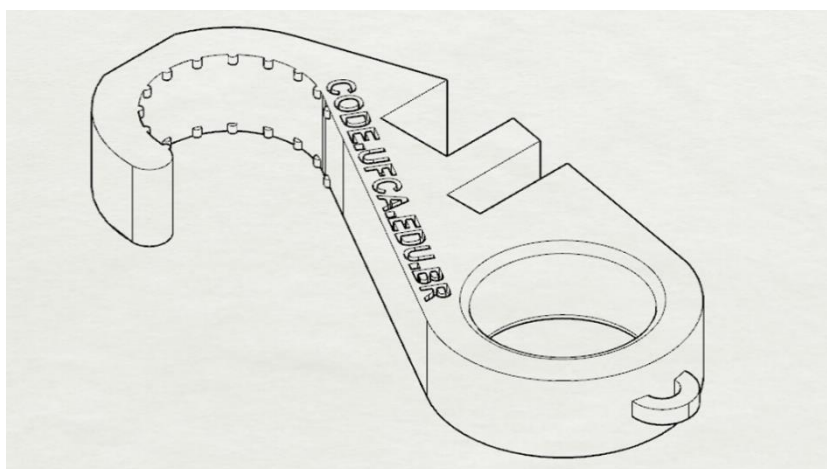
Como resultados são apresentados o produto final desenvolvido e a avaliação com os utilizadores.

#### 3.1 Resultados do produto desenvolvido

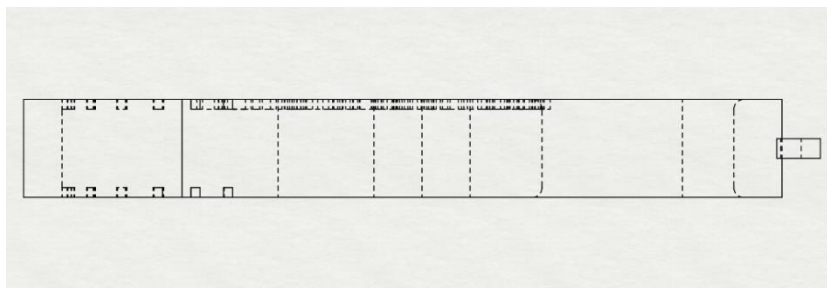
O produto desenvolvido, batizado de JOI, que está registrado no processo de patente BR 10 2022 006730 9, se mostrou útil no manuseio de maçanetas, janelas e ferrolhos, tal como apertar botões e acionar interruptores, funciona ainda como uma espécie de chaveiro, tornando-o um elemento de fácil acesso para usar e transportar.

O JOI foi desenhado com inserção de elementos ergonômicos como detalhes antiderrapantes e chanfrados visando o melhor uso e desempenho do protótipo, de forma que ele pode ser utilizado com conforto e facilidade.

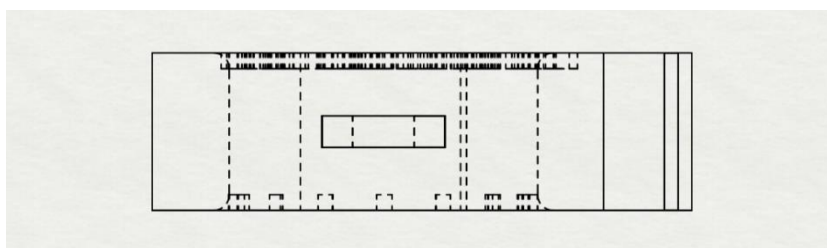
O modelo foi concebido utilizando o software de desenho tridimensional Rhinoceros e prototipado em material ABS com impressora 3D de filamento. As figuras 1, 2, 3 e 4 mostram o modelo final que seguiu para testes com utilizadores.



**Figura 1.** Vista isométrica do JOI em software de desenho: Autores, 2022.

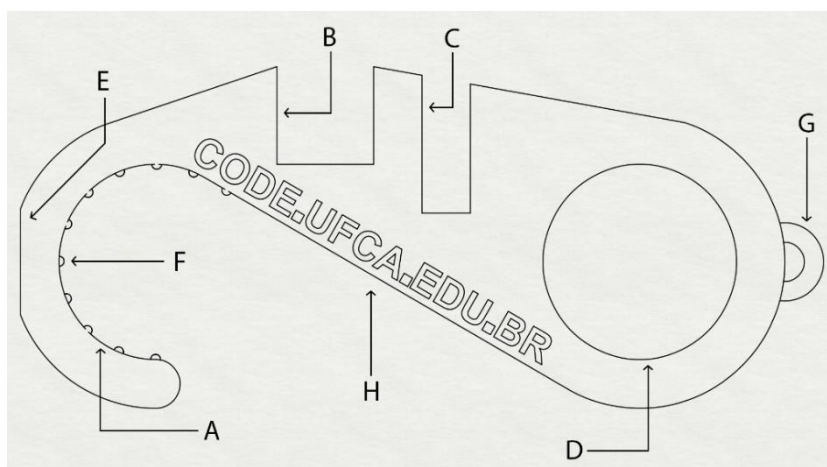


**Figura 2.** Vista lateral do JOI em software de desenho: Autores, 2022.



**Figura 3.** Vista fundo do JOI em software de desenho: Autores, 2022.

Cada detalhe do JOI foi desenvolvido para desempenhar uma funcionalidade diferente. Na Figura 4 estão apontados esses detalhes e na Tabela 2 tem a legenda dessas partes e suas funções para as quais foram projetadas.



**Figura 4.** Vista topo do JOI em software de desenho: Autores, 2022.

**Tabela 2.** Relação das partes do JOI com relação de uso.

Parte	Indicação de uso
A	para agarrar os modelos longos de maçaneta
B e C	para abrir janelas e ferrolhos
D	para encaixar o dedo do usuário
E	para apertar botões e interruptor
F	para aumentar o atrito e fixação do gancho nas maçanetas
G	para inserir a argola para chaveiros
H	para indicar o website com o questionário de avaliação

**Fonte:** Autores, 2022

### 3.2 Resultados da avaliação do produto

Com o modelo definido, deu-se início à etapa de produção ampliada para dispersão e avaliação do JOI. O método escolhido para a fabricação dos protótipos foi o de impressão 3D, com impressoras do tipo FDM (Fused Deposition Modeling), com filamentos de ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno), um filamento polímero feito a partir do petróleo que possui uma boa resistência, durabilidade, esterilizável com álcool e fácil acesso no Brasil.

Foram produzidos mais de 400 JOIs, que foram distribuídos randomicamente para a comunidade acadêmica, no período de volta às aulas e atividades presenciais, como forma de minimizar a disseminação do vírus devido ao aumento no contato dos usuários com o ambiente acadêmico.

Os usuários tiveram acesso a um vídeo explicativo do uso do JOI e foram solicitados que, após o teste do dispositivo, o usuário respondesse a um questionário sobre a usabilidade do produto.

Do total 400 JOIs distribuídos, houveram 71 respondentes (N = 71). Destes 69% alegaram usar o JOI no período de uma semana a um mês, 25,4% menos de uma semana e 5,6% alegaram que usaram o JOI num período de mais de um mês.

Em relação a Quantas vezes o JOI foi utilizado por dia, 39,4% alegaram que usaram de 3 a 5 vezes ao dia, 38% menos que 3 e 22,6% alegaram usar o JOI mais de 5 vezes por dia.

A Tabela 3 apresenta as respostas oriundas da pergunta que busca saber para quais utilidades o JOI foi acionado.

**Tabela 3.** Resposta da pergunta: Você já utilizou seu JOI em (marque todas as opções em que se encaixa).

Opções de respostas	Porcentagem de pessoas que marcaram
Abrir/fechar porta (maçaneta regular)	87,3%
Abrir/fechar janela	35,2%
Abrir/fechar trinco	42,3%
Acionar interruptor	62%
Acionar botão	69%

\* item multivalorado

**Fonte:** Autores, 2022

Diferentes utilizadores descreveram ter utilizado o JOI de outras maneiras além das pensadas pelos criadores do produto. Foram elas: 1- usado como chaveiro; 2- para empurrar porta; 3- para tirar máscara alheia; 4- como brinquedo; 5- em guarda-roupa e gaveta; 6- como cabide para máscara; 7- como fidget toy (brinquedo antiestresse); e 8- para tirar a máscara. Assim, fica evidente que o JOI foi mais utilizado na função de abrir e fechar portas seguido da funcionalidade de acionar botões.

No segundo bloco do questionário de usabilidade adotado, as questões avaliaram o JOI quanto à aprendizagem, eficiência, efetivo tolerância a erros e satisfação, conforme ISO 9241. A Tabela 4 apresenta os resultados.

Tabela 4. Dados provenientes do questionário

	Discordo totalmente	Discordo	Nem concordo/ Nem discordo	Concordo	Concordo totalmente
1. Aprendizagem (easy to learn)	0,0	1,4	14,1	46,5	38,0
2. Eficiência (efficient)	0,0	2,8	4,2	53,5	39,4
3. Efetivo (effective)	0,0	1,4	28,2	39,4	31,0
4. Tolerância a erros (Error tolerant)	0,0	11,3	22,5	46,5	19,7



---

5. Satisfação (Engaging)	0,0	4,2	5,6	42,3	47,9
--------------------------	-----	-----	-----	------	------

**Fonte:** Autores, 2022

Deste modo, após apresentação dos dados, pode-se observar que a respeito da aprendizagem 46,5% concordaram, seguidos de 38% que concordaram totalmente. Além disso, sobre eficiência, mais da metade (53,5%) afirmaram concordo e 39,5% concordo totalmente. Como também, 39,5% concordaram e 31% concordaram totalmente no que tange à afetividade do produto.

Ainda mais, quando verificado a respeito da tolerância a erros, 46,5% concordaram, enquanto 22,5% afirmaram nem concordar e nem discordar. Entretanto, ao questionar sobre a satisfação 47,9% concordaram totalmente e 42,3% concordaram.

## 4 Conclusões

No mundo, vários objetos foram fabricados em impressoras 3D para o combate ao COVID-19, desde produtos de auxílio às atividades médicas até equipamentos de proteção individual e coletiva. O JOI pretende ser mais um destes produtos de fácil dispersão mundial, uma vez que as impressoras 3D estão mais acessíveis.

Quanto aos resultados da avaliação com utilizadores, temos uma eficiência e satisfação superiores a 90%. A aprendizagem e efetividade do produto também apresentaram bons resultados, trazendo valores positivos para o acessório. O menor índice da avaliação foi o da tolerância ao erro, porém este ainda foi positivo. Ressalta-se que a maior parte dos utilizadores que avaliou mal este item, preencheu o questionário com menos de uma semana de uso.

Portanto, após os estudos realizados fica evidente a importância do JOI no dia a dia dos usuários, funcionando de forma adequada, para acionar interruptores e botões, para abrir e fechar portas e janelas sem tocar nas maçanetas, ferrolhos, trancas ou qualquer outra parte do objeto acionado, e assim minimizar a possibilidade de contágio do SARS-COV-2 ou outros vírus de transmissão similar que provoquem prejuízo à saúde humana.

## Referências

Alves, B. B.; Ferreira, D. B.; Santos, G. C. D.; Neto, L. C.; Conforte, M. D. S.; Silva, M. R.; Bertini, P. V. R. (2020). *Cuidados com a pele durante a pandemia de coronavírus - orientações para prevenir lesões de pele relacionadas ao uso de epis e à lavagem de mãos*. Escola paulista de enfermagem. Universidade Federal de São Paulo.

- Antunes, B. B. D. P., Peres, I. T., Baião, F. A., Ranzani, O. T., Bastos, L. D. S. L., Silva, A. D. A. B. D., ... & Bozza, F. A. (2020). Progressão dos casos confirmados de COVID-19 após implantação de medidas de controle. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 32, 213-223.
- Cavalcante, J. R., Cardoso-dos-Santos, A. C., Bremm, J. M., Lobo, A. D. P., Macário, E. M., Oliveira, W. K. D., & França, G. V. A. D. (2020). COVID-19 no Brasil: evolução da epidemia até a semana epidemiológica 20 de 2020. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 29.
- Center for Disease Control and Prevention. (2022). *Protect yourself*. Disponível em: [www.cdc.gov/coronavirus](http://www.cdc.gov/coronavirus). Acessado em: 17 de fevereiro de 2022.
- da Costa, L. M. C., & Merchan-Hamann, E. (2016). Pandemias de influenza e a estrutura sanitária brasileira: breve histórico e caracterização dos cenários. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, 7(1), 15-15.
- Ferreira, T. C. B., de Lima, K. M. P., & Araújo, K. M. *Designers do Movimento Maker no Combate ao COVID-19: análise de iniciativas em Pernambuco*
- Ministério da Saúde (2022, fevereiro 17). Centro Nacional de Vacinação e Doenças Respiratórias (NCIRD), *Divisão de Doenças Virais*. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acessado em 15 de março 2022 .
- Marquès, M., & Domingo, J. L. (2021). *Contamination of inert surfaces by SARS-CoV-2: Persistence, stability and infectivity*. A review. *Environmental research*, 193, 110559.
- OPAS (sine die). *Definição de mídia social*. Organização Pan-Americana da Saúde. Recuperado em abril 01, 2022, em <https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>.
- Pogan, I., & Feitosa, S. G. (2021). Da Gripe Espanhola à Covid-19 histórico das pandemias dos séculos XX e XXI e impactos da pandemia do coronavírus. *Redes-Revista Interdisciplinar do IELUSC*, (4), 77-88.
- Pontes, T. B. (2020). *“ENSINO DA PROGRAMAÇÃO INFORMÁTICA PARA ESTUDANTES DE ARQUITETURA: Aplicação Do Modelo Instrutivo 4C/ID e Seus Efeitos Nos Conhecimentos, Motivação e Aprendizagem Autodirigida.”* Universidade de Lisboa.
- Quintella, I. P., & Florêncio, E. Q. *A CONTRIBUIÇÃO DA FABRICAÇÃO DIGITAL NAS AÇÕES DE COMBATE À COVID-19. EDUCAÇÃO MEDIADA POR TECNOLOGIAS*, 136.
- Tribino, U. M., do Amaral, C. P., Kasperavicius, J. P., dos Santos, R. M., Simonetti, A. B., Lindemann, I. L., ... & Acrani, G. O. (2021). Adesão às medidas de prevenção à Covid-19 no Rio Grande do Sul. *Revista da AMRIGS*, 65(1), 44-51.